
XVI Congreso Nacional de Tecnologías de la Información Geográfica 25, 26 y 27 de Junio de 2014. Alicante.

Modelos de representación de la información padronal: de la cartografía temática clásica al uso de mallas a gran escala

Isabel Rabanaque, Ángel Pueyo^{*}, Carlos López, Celia Salinas, Aldo Arranza, María
Zúñiga, María Sebastián

Universidad de Zaragoza

Resumen

La representación y análisis de la información por individuo y portal residencial suponen un avance para el análisis de las características sociodemográficas en las ciudades. Este trabajo tiene como objetivo ofrecer distintas opciones metodológicas de agregación y representación de la información sociodemográfica mediante el uso de sistemas de información geográfica buscando optimizar la información existente para la planificación y gestión más eficaz. Se valora el uso de mallas a distintas escalas adaptadas a los estándares impuestos por la Unión Europea, que suponen una innovación metodológica para el análisis y modos de representación para distintos niveles de intervención urbana.

Con ello se quiere mostrar como la cartografía temática constituye el cauce natural para agrupar selectivamente la información sociodemográfica y que, con el adecuado tratamiento semiológico de las variables visuales, se considera idónea para explicar determinados fenómenos de detalle que escapan a los mapas temáticos por secciones o distritos censales.

Palabras clave: cartografía temática; SIG; malla; portal; planificación, multiescala.

^{*} E-mail: apueyo@unizar.es

1. Introducción

Con frecuencia la información de la ciudad aparece desagregada en distritos o secciones censales. No obstante, la utilización de microescalas (manzanas o portales) puede resultar más operativa para conocer la composición socio-demográfica, los hábitos de consumo y la orientación en la prestación de servicios públicos. Estos aspectos van a ser claves para el desarrollo de herramientas de trabajo y de análisis de la *ciudad inteligente* o *smart city*. El aumento de la escala multiplica la heterogeneidad de la distribución espacial de los fenómenos sociales, y permite obtener nuevas conclusiones socio-territoriales (Singleton & Longley, 2009).

Habitualmente, los estudios geodemográficos están excesivamente condicionados por los límites administrativos y, en algunas ocasiones, no guardan relación con la estructura real de los asentamientos (Tittle & T. Rotolo, 2010). La población no suele ubicarse uniformemente a lo largo de un distrito, sección censal o incluso manzana, por lo que hay que superar el rígido marco de los lindes administrativos (Muguruza & Santos, 1989). Este problema es más evidente cuando se cartografía la distribución de la población mediante mapas de coropletas, asumiendo un valor constante a lo largo de toda la unidad administrativa definida. De este modo, la representación cartográfica de los datos no se ajusta a la realidad, sino que se ve muy influida por la forma en que los microdatos han sido agregados. Para minimizar sus efectos hay que realizar procedimientos de agregación o desagregación de unidades territoriales que tengan en cuenta el nivel de autocorrelación espacial local (Santos & García, 2008), y saber cuál es la manera más adecuada de representarlos (Krigier & Wood, 2011).

La superación de los límites administrativos se hace necesaria cuando se desean integrar datos demográficos y socioeconómicos con información geográfica o medioambiental, que habitualmente utilizan formatos tipo *ráster* o en malla. Este sistema zonal, no sólo se ajusta a los requerimientos de un sistema de información geográfica, sino que está especialmente adaptado al tratamiento de imágenes, información climática o de usos de suelo y, además, al tratarse de celdas del mismo tamaño, facilita mucho la comparabilidad entre unidades, independientemente de la temática tratada (Goerlich & Cantarino, 2012).

Conscientes de esta problemática, hace unos años, algunos institutos nacionales de estadística de diversos países de la Unión Europea (UE), con el apoyo del *Statistical Office of the European Communities* (Eurostat), lanzaron la *Grid Club Initiative*, actualmente conocido como el *European Forum for Geostatistics* –EFGS– (ESSnet project GEOSTAT, 2012), con el objetivo de armonizar estadísticas europeas sobre la base de una *grid* de 1 × 1 kilómetros, y en un sistema geodésico de referencia común en lugar de la base territorial regional actual, basada en las regiones europeas (*Nomenclature of Territorial Units for Statistics*, NUTS, Eurostat 2007).

Las publicaciones de Santos y García (2008), y Suárez et al. (2008) han tratado de incorporar información sobre usos del suelo urbano en el proceso de distribución de la población para representarla en formato de rejilla. Se trata de estudios de carácter muy local, si bien la resolución es extremadamente elevada (10 × 10 metros de tamaño de celda). Otras instituciones como la Agencia de Ecología Urbana de Barcelona, han trabajado en los últimos años en esta línea, combinando aspectos medioambientales y urbanísticos (Rueda, 2008).

Recientemente, Goerlich y Cantarino (2011 y 2012) elaboraron una *grid* de población para la Comunidad Valenciana y para España, a partir de la información sobre el nomenclátor de unidades poblacionales del INE,

junto con información puramente cartográfica, y unos métodos dasimétrico-binarios que sólo asignan población a polígonos urbanos convenientemente delimitados.

Desde la administración pública, el INE (Instituto Nacional de Estadística), está dirigiendo sus esfuerzos hacia la georreferenciación de los edificios, con la intención de localizar a la población en ellos, teniendo ya la posibilidad de presentar resultados en formato *grid*, donde la rejilla cambiará de tamaño para preservar el secreto estadístico. El procedimiento parte de la rejilla de 1 km² y el algoritmo de partición de esta rejilla en celdas será diferente dependiendo del número de unidades muestrales dentro de ésta, pero pudiendo alcanzar una resolución máxima de 50 x 50 m. (Teijeiro & Vega, 2013).

2. Metodología, materiales, datos y herramientas

En este marco metodológico y técnico, esta investigación ha tenido en consideración las recomendaciones de la directiva INSPIRE con proyección ETRS89 LAEA, y el modelo de *grid* de la *European Forum for Geostatistics* –EFGS–, que ha generado tres tamaños de malla diferentes: 1 km, 10 km y 100 km. A partir de esa malla de referencia, se ha creado la de la zona de estudio (Zaragoza), aplicando un modelo multiescalar de la información demográfica sin perder la referencia del portal, que fue la unidad básica con las que se trabajaron los datos de población de la ciudad de Zaragoza.

A partir del *grid* de la EFGS, se realizaron otros con escalas menores de trabajo, de 200x200 m., 100x100 m., 50x50 m., y 25x25 m., con el objetivo de elegir aquellas que se adapten mejor a la realidad de Zaragoza y dependiendo del análisis urbano que se quiera abordar.

Para la creación de este mallado, se utilizó la herramienta de ARCGIS “*Create Fishnet*” (*Data Management Tools/Feature class*) y en la que se indicaron las nuevas cuadrículas a partir de la malla europea de 1 km. (Figura 1. Proceso de asignación de la información puntual de portales a la malla; Figura 2. Diferentes tamaños de cuadrícula analizados sobre la ciudad de Zaragoza, Figura 3. Zoom de tamaños de cuadrícula).

Para estimar los tamaños de cuadrícula que mejor se pudieran adaptar a la morfología urbana de una ciudad de dimensión intermedia, se calcularon la media y mediana del área de las unidades administrativas: secciones, manzanas, edificios y portales (Tabla 1. Estimación de superficies para el municipio de Zaragoza).

Tabla 1. Estimación de superficies para el municipio de Zaragoza.

Municipio de Zaragoza	Secciones censales	Manzanas	Edificios	Portales
Número	498	3.745	186.756	44.227
Superficie media (m ²)	1.945.199	38.624	292	-
Superficie mediana (m ²)	39.147	4.818	38	-

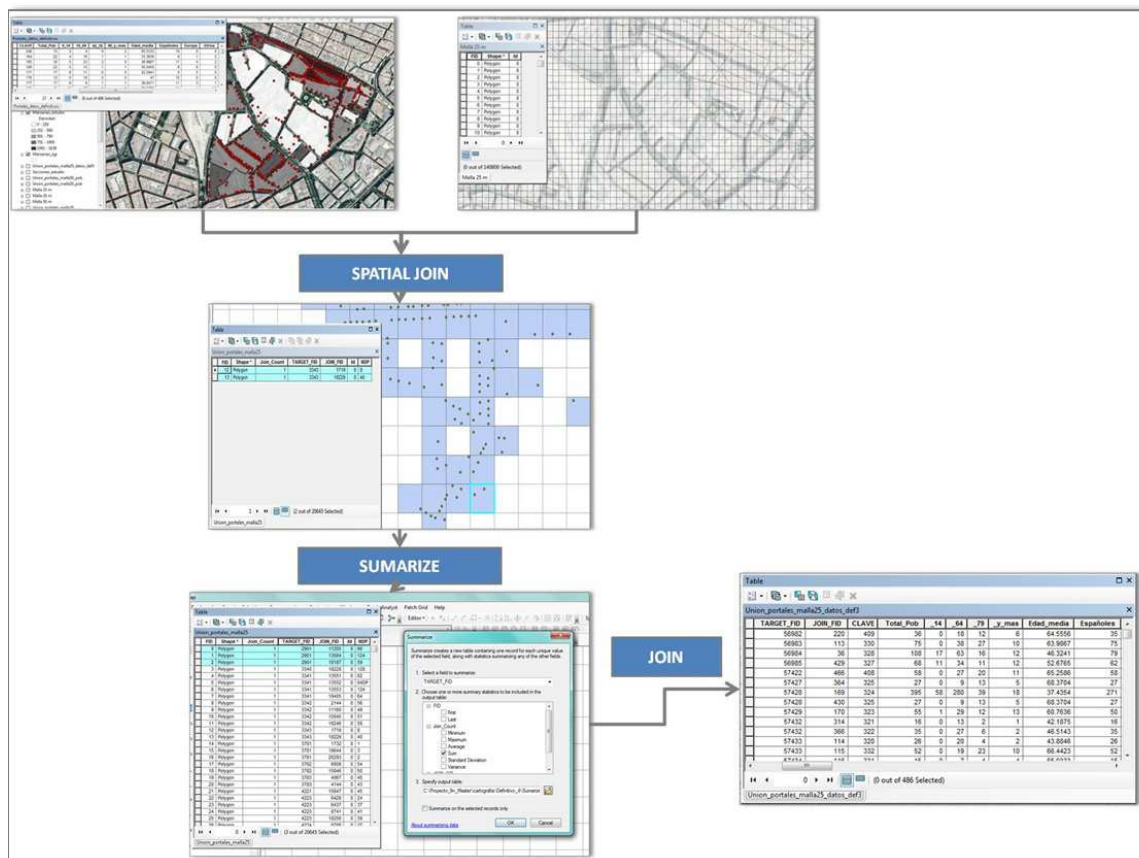


Fig. 1. Proceso de asignación de la información puntual de portales a la malla.

Debido la heterogeneidad municipal, se procedió a realizar el mismo análisis únicamente con la ciudad consolidada, que respondía mejor a los criterios de espacios urbanizados y edificados (Tabla 2. Estimación de superficies para la ciudad consolidada), de manera que se pudieran precisar los umbrales de superficie de cuadrícula que se adaptasen a distintas escalas espaciales.

Tabla 2. Estimación de superficies para la ciudad consolidada.

Zaragoza dentro del Tercer Cinturón	Secciones censales	Manzanas	Edificios	Portales
Número	396	1.769	103.487	20.649
Superficie media (m ²)	66.519	7.572	140	-
Superficie mediana (m ²)	30.700	4.446	29	-

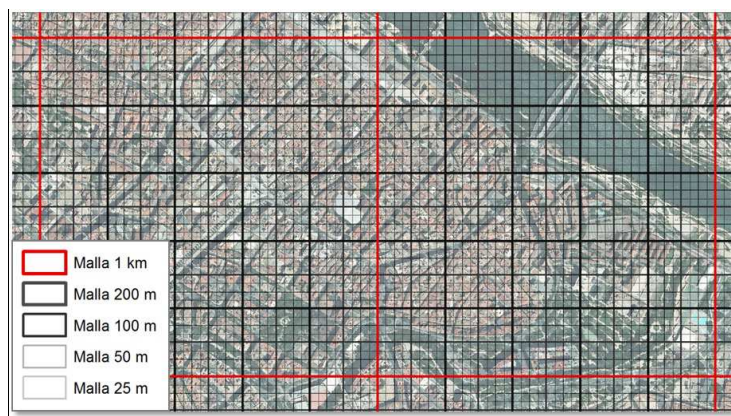


Fig. 2. Diferentes tamaños de cuadrícula analizados sobre la ciudad de Zaragoza.

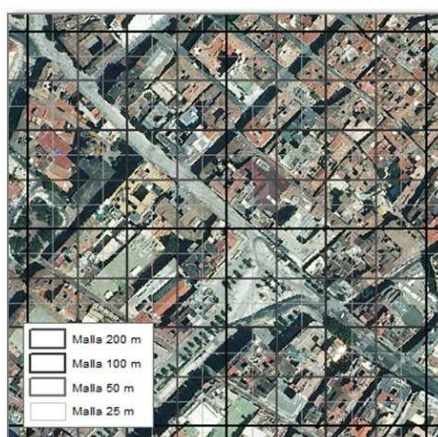


Fig. 3. Zoom de tamaños de cuadrícula.

Específicamente, se aplicó este modelo a la tasa de juventud -porcentaje de población menor de 15 años con respecto al total de la población-, que se considera representativa para analizar las variaciones y heterogeneidad de la información a las distintas escalas espaciales que se plantean (Figura 4. Mapa de tasa de juventud por sección censal; Figura 5. Mapa de tasa de juventud por malla de 200 m.; Figura 6. Mapa de tasa de juventud por manzana; Figura 7. Mapa de tasa de juventud por malla de 50 m.; Figura 8. Mapa de tasa de juventud por portal; Figura 9. Mapa de tasa de juventud por malla de 25 m.).

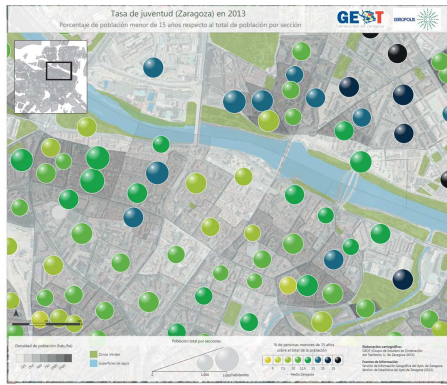


Fig. 4. Mapa de tasa de juventud por sección censal.

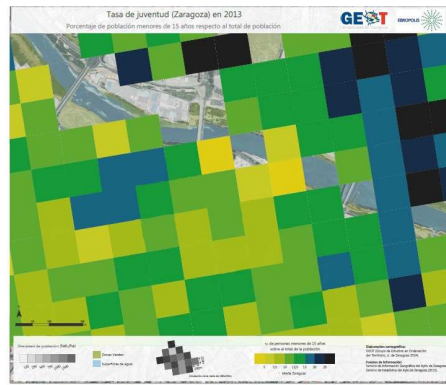


Fig. 5. Mapa de tasa de juventud por malla de 200 m.

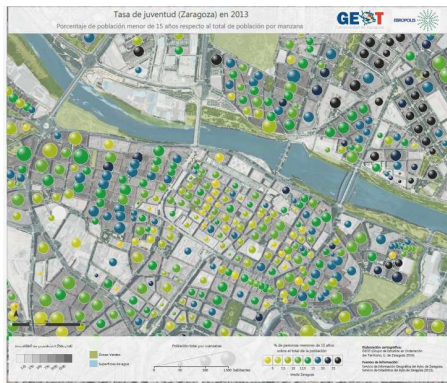


Fig. 6. Mapa de tasa de juventud por manzana.

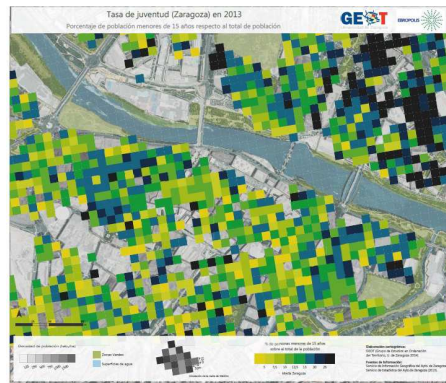


Fig. 7. Mapa de tasa de juventud por malla de 50 m.

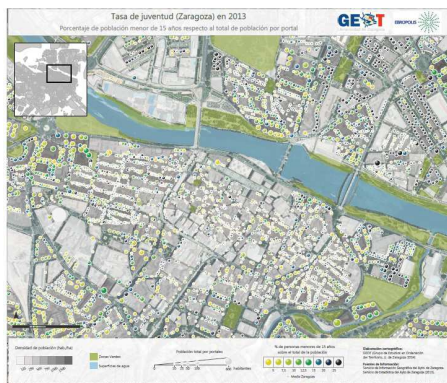


Fig. 8. Mapa de tasa de juventud por portal.

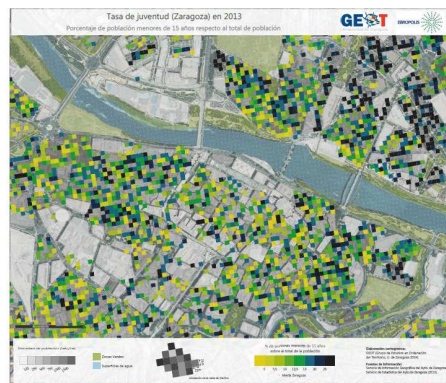


Fig. 9. Mapa de tasa de juventud por malla de 25 m.

3. Resultados, discusión y conclusiones

Las tradicionales representaciones cartográficas de los datos por distritos o secciones se ven muy influidas por la forma en que se ha agregado la información de partida. En este trabajo al utilizar la escala de portal, se adapta a la realidad y minimiza los efectos del problema de la unidad espacial modificable, permitiendo disponer de información poblacional desagregada al máximo nivel aun modificando el modelo de representación mediante mallas *ráster*.

La representación cartográfica de los resultados *ráster* es, con diferencia, menos compleja que su aplicación para los entornos vectoriales. Las variables visuales cuya utilización es recomendable son las de valor y color, debido a que son las estrictamente aplicables a los modelos *ráster* (Zúñiga, 2009). Son también las que generan algunos de los mejores resultados en mapas superficiales. Su aplicación permite la codificación de los valores individuales que caracterizan cada una de las celdas, exponiendo la distribución de la variable real a lo largo y ancho del territorio, que es la función principal de este tipo de modelos (Calvo & Pueyo, 2008).

De este modo, la construcción de las leyendas en entornos *ráster* comparte con los vectoriales los procesos de discretización tanto de las variables reales como de las visuales: los modos de organizar los datos para su correcta representación y la estructuración del color y el valor en las leyendas (Calvo et al., 1989; Zúñiga, 2009). Esta tipología de agregación puede ayudar a reducir la complejidad visual, y pese a que la contextualización del mapa se pierda progresivamente, la representación visual por teselas clasificadas tiene una interpretación más fácil (Stewart & Wegener, 2000). Este tipo de representación vectorial basada en la metodología *ráster* puede ser útil para localizar patrones espaciales muy generales, incluso para aspectos relacionados con la ecología y complejidad urbana (Figura 6. Mapa tasa de juventud en Zaragoza por malla de 50 metros; Figura 8. Mapa de tasa de juventud en Zaragoza por malla de 25 metros).

Se observa que relacionando los resultados del análisis de las superficies mediana (que representa el valor de la variable de posición central en el conjunto de los datos), y media, en el caso de las secciones censales, los mejores ajustes se obtenían con la malla de 200x200 m. -lo que supone un área de 40.000 m².- (Figura 4. Mapa tasa de juventud en Zaragoza por secciones censales; Figura 5. Mapa tasa de juventud en Zaragoza por malla de 200 metros).

Para las secciones del núcleo urbano consolidado de la ciudad, tomando en consideración las manzanas, el tamaño de malla que mejor se adaptaba era la de 50x50 m. (Figura 6. Mapa tasa de juventud en Zaragoza por manzana; Figura 7. Mapa tasa de juventud en Zaragoza por malla de 50 metros).

En cuanto a la malla de 20x20 m., un tercio de las celdas (el 70,2%) estarían compuestas por un único portal, mientras que con la utilización de la malla de 25x25m. estas celdas serían algo más de la mitad del total (56%). Debido, por tanto, a que la representación gráfica no varía mucho, pero sin embargo el reparto de los portales en las celdas está algo mejor distribuido para la malla de veinticinco metros, y permite un mayor secreto estadístico, se ha elegido ésta como forma de representación final. Además, este tamaño de 25x25 m. (Figura 9. Mapa de tasa de juventud en Zaragoza por malla de 25 metros) ofrece otras ventajas y como es su fácil conversión al tamaño de 50x50m, que es la unidad mínima que está utilizando el INE para la representación de sus datos del Censo 2011. Además, en otros países cercanos, como es el caso francés, el INSEE (Instituto Nacional de Estadística Francés), ha tomado como referencia el trabajo en malla de 200x200

m. para todo el país, mientras que para ámbitos urbanos, como el área metropolitana de Toulouse, ha empezado recientemente utilizar las mallas de 100x100 m. y de 50x50 m.

Para los portales, al tratarse de una representación puntual (Figura 8. Mapa de tasa de juventud por portal), se ajustó el portadero de la ciudad de Zaragoza con el tamaño de los edificios (Figura 1. Proceso de asignación de la información puntual de portales a la malla). Debido a la diferente densidad de portales en la ciudad, se testearon dos tipos de malla, una de 25x25 m, y otra de 20x20 m., cuantificando el número de celdas que quedarían ocupadas por algún valor (portal), y el porcentaje de las mismas en función del número de datos que registran (Tabla 3. Reparto de casos según tamaño de la cuadrícula).

Tabla 3. Reparto de casos según tamaño de la cuadrícula.

	Malla de 20 m.	Malla de 25 m.
Total cuadrículas con datos de portal (%)	13.264	11.569
Cuadrículas con 1 dato	70,2%	56%
Cuadrículas con 2 datos	22,5%	25,4%
Cuadrículas con 3 datos	2,9%	9,7%
Cuadrículas con 4 datos	2,8%	4,8%
Cuadrículas con 5 datos	0,9%	2,3%
Cuadrículas con más de 5 datos	0,5%	1,7%

Se aprecia por lo tanto que los distintos tipos de malla ayudan a diferenciar comportamientos sociodemográficos que pueden variar en función de calles o incluso de transectos. Este análisis detallado, permite detectar fenómenos concretos; por ejemplo, medir el comportamiento de los habitantes a la hora de establecerse y el diferente patrón espacial que utilizan. Los continuos cambios sociodemográficos que sufren las ciudades son identificados con mayor agilidad la incorporación de otra serie de variables relativas a la edificación, a la presencia o no de determinados servicios, etc. que ayudarían a realizar un análisis más complejo de la realidad ciudadana. Además, la desagregación espacial de los portales en una retícula de 25 o de 50 metros facilita obtener patrones sociodemográficos sintéticos como los del análisis de componentes principales, caracterizando grupos poblacionales con problemáticas muy distintas, así como la detección de zonas con determinadas sensibilidades y su comportamiento espacial. En este sentido, al combinar distintas variables sociodemográficas, se ha observado una estrecha relación entre las variables correspondientes a niveles formativos bajos, personas extranjeras y edades menores.

No obstante, en el tratamiento y representación de la información, habrá que considerar las limitaciones que impone la Ley de la Función Estadística Pública para la divulgación de la información estadística individualizada. Esto obliga a plantear distintas unidades mínimas de representación que garanticen el anonimato de los resultados, especialmente cuando se quieran presentar fuera de los cauces internos de trabajo de la administración pública, por lo que el uso de mallas de diferentes tamaños pueden ser unas de las soluciones técnicas más adecuadas para la información de detalle.

Para mejorar la resolución y análisis se han establecido unas retículas mínimas que oscilan entre las secciones censales y el portal urbanístico, caracterizando unidades elementales del mismo tamaño y forma (malla reticular), que con distintos niveles de agregación (25, 50 y 100 metros) servirán para la toma de

decisiones, y permitirán el tratamiento, análisis y representación cartográfica de la información dependiendo de la escala y necesidades del usuario.

Algunas de las aplicaciones directas que se están desarrollando por este grupo de investigación están sirviendo para la evaluación del nivel de formación, la estructura demográfica, los movimientos de la población, la exclusión social, o la caracterización de los grupos de riesgo para problemas socioeconómicos y medioambientales.

Se considera el interés de este modelo de representación, en el que utilizando la malla de gran escala se analiza con mayor precisión las unidades familiares u hogares, estableciendo indicadores compuestos de exclusión o de riesgo social, donde se utilizarían, además de la información sociodemográfica, datos económicos y de servicios (IBI, nivel de motorización, renta disponible, etc.), que en muchos casos son interesantes para el desarrollo de políticas públicas en colectivos sensibles como personas ancianas solas, familias monoparentales, etc.

Igualmente, la combinación de la información sociodemográfica con la procedente de la contaminación ambiental, acústica, densidad de edificación, etc., favorecería un análisis más completo y, por ende, facilitarían una herramienta extremadamente útil para los gestores del territorio. En definitiva, la relación entre el hábitat humano y su entorno requiere de sistemas de información flexibles en los que la combinación y el análisis de estadísticas se realicen con facilidad y eficiencia. En este contexto los SIG y su capacidad analítica constituyen un entorno óptimo de trabajo.

Agradecimientos

El trabajo presentado no habría sido posible sin el apoyo del Grupo de Estudios en Ordenación del Territorio (GEOT) de la Universidad de Zaragoza, al Ayuntamiento de Zaragoza, a la Asociación para el Desarrollo Estratégico de Zaragoza y su Entorno (Ebrópolis), al Instituto Geográfico Nacional (Área de Cartografía Temática y Atlas Nacional) y al Instituto Nacional de Estadística.

Referencias

- Calvo Palacios, J.L., & Pueyo Campos, A. (1989). Algunas aportaciones de los mapas potenciales poblacionales (1986) de la España Peninsular para la ordenación del territorio. *Actas Comunicaciones presentadas a XV Reunión de Estudios Regionales, Congreso de la Asociación Española de Ciencia Regional* (pp. 457-468). Murcia: Ed. Diputación de Murcia.
- Calvo Palacios, J.L., & Pueyo Campos, A. (Dir.) (2008). *Atlas Nacional de España. Demografía*. Madrid: Instituto Geográfico Nacional.
- ESSnet project GEOSTAT. (2012). *The European Forum for GeoStatistics Representing Census data in a European population grid*. Final Report (pp. 82). Statistics Norway.
- Goerlich Gisbert, F., & Cantarino Martí, I. (2011). *Un grid de población para la Comunidad Valenciana*. Cartografía y Demografía (pp 36). Bilbao: Fundación BBVA, Universidad de Valencia.
- Goerlich Gisbert, F.J., & Cantarino Martí, I. (2012). *Un grid de densidad de población para España*. Economía y Sociedad (pp 140). Bilbao: Fundación BBVA.
- Krygier, J., & Wood, D. (2011). *Making Maps: A Visual Guide to Map Design for GIS* (pp. 256). New York City: The Guilford Press.
- Muguruza Cañas, C., & Santos Preciado, J. M. (1988). *La importancia de las unidades de análisis en el modelo de la ecología factorial*. En III Coloquio de Geografía Cuantitativa (pp. 683-696). Cáceres.
- Rueda, S. (2008). *Jornadas sobre Nuevos Retos y Buenas Prácticas Urbanas* (pp. 68). Madrid: Agencia de Ecología Urbana de Barcelona.
- Santos Preciado, J.M., & García Lázaro, F.J. (2008). *Análisis Estadístico de la Información Geográfica* (pp. 395). Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia. Madrid.

- Singleton, A. D., & P. A., Longley. (2009). *Geodemographics, visualisation, and social networks in applied geography* (pp. 289-298). Applied Geography 29 (3).
- Stewart, A.; & Wegener, M., (2000). *Spatial Models and GIS. New potential and New Models*. GISDATA Series, Vol. 7, pp. 279. Londres: Taylor & Francis.
- Suárez Vega, R., Santos Peñate, D.R., & Dorta González, P. (2008). *Generación de un modelo superficial de la población de Gran Canaria* (pp. 183-193). Las Palmas de Gran Canaria: Tecnologías de la Información Geográfica para el Desarrollo Territorial.
- Teijeiro C. & Vega Valle J. (2013). *La producción de información demográfica en el INE a partir del Censo de 2011: Planteamiento general y principales resultados* (pp 94). Madrid.
- Tittle, C. R., & Rotolo, T. (2010). *Socio-demographic homogenizing trends within fixed-boundary spatial areas in the United States*. Social Science Research, 39 (2), pp. 324-340.
- Zúñiga, M. (2009). *Propuesta cartográfica para la representación y análisis de la variable población mediante sistemas de información geográfica e infografía: El caso español* (pp. 710). Zaragoza: Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad de Zaragoza.